

PAT-NO: JP02001176028A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001176028A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

PUBN-DATE: June 29, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

| | |
|-------------------|---------|
| NAME | COUNTRY |
| SAKAGUCHI, MASAYA | N/A |
| FUKAZAWA, TOSHIO | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| | |
|--------------------------------|---------|
| NAME | COUNTRY |
| MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD | N/A |

APPL-NO: JP11354299

APPL-DATE: December 14, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head which supplies a stable longitudinal bias and which has high sensitivity and stable reproducing performance, and to provide a method of producing that head for a reproducing head having a narrow gap length so as to reproduce the recorded signals of short wavelengths for the purpose of higher recording density.

SOLUTION: A pair of laminated longitudinal bias layers having three layers of each pair of hard magnetic films, nonmagnetic films and soft magnetic films are formed on the free magnetic layer of a GMR device. The hard magnetic films and soft magnetic films are antiferromagnetically coupled through the nonmagnetic films to produce extremely stable magnetization direction. The hard magnetic films and free magnetic layers are ferromagnetically coupled to apply a stable longitudinal bias field on the free magnetic layer. By forming the laminated longitudinal bias layers, since a leaked magnetic field by magnetic charges on the end faces is suppressed and no unnecessary magnetic field is applied on the free magnetic layer or the fixed magnetic layer, reproduction characteristics with little production of noise, good symmetry, stability and high sensitivity can be obtained.

Details Text Image HTML FULL

公開特許公報 (A)

G11特許出願公開番号
特開2001-176028
(P2001-176028A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

| | |
|-----------|----------|
| P1 | 特許庁 (特許) |
| G11B 5/36 | B5D034 |

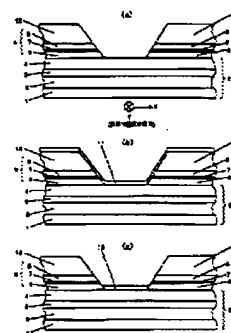
審査請求 実審請求 特許請求の範囲 O L (全 16 頁)

2001.12.10

(71) 出願人 00005521
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1008番地
(72) 発明者 山口 昌生
大阪府門真市大字門真1008番地 松下電器
産業株式会社内
(73) 発明者 菅野 利雄
大阪府門真市大字門真1008番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100007445
弁護士 岩崎 文雄 (特2電)
Fターム (特許) S2134 B404 C002 C04A C04B

その製造方法

絶縁層を再生
磁ヘッドにお
いて、且つ反
びその製造方



の上に、大々
位相の3層か
ら、非磁性膜
絶縁膜に結合さ
る硬磁性膜と
よって、フリ
とびで、ま
って、増強磁
一磁気層及び
ノイズの発
生を抑制す

Full

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-176028

(P2001-176028A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int. Cl.⁷

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

テーマコード(参考)

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-354299

(22) 出願日 平成11年12月14日 (1999. 12. 14)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 坂口 昌也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 深澤 利雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

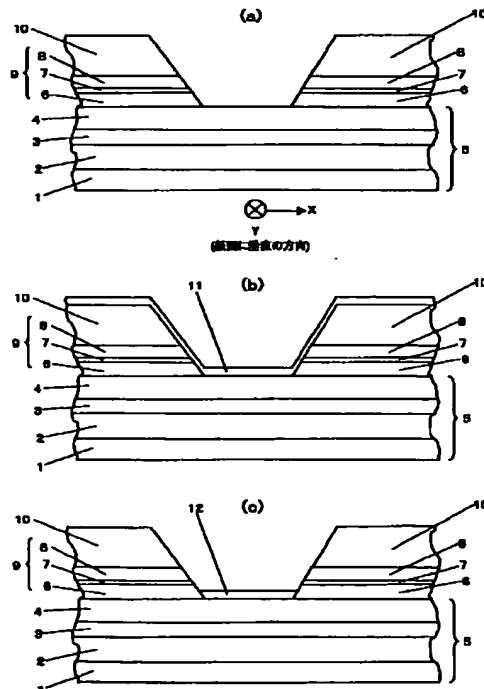
Fターム(参考) 5D034 BA04 CA00 CA04 CA08

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高記録密度化に伴う短波長の記録信号を再生するための狭ギャップレンジ化された再生ヘッドにおいて、安定した縦バイアスを供給し、高感度で、且つ安定した再生性能を有する薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 GMR素子のフリー磁性層の上に、夫々左右一對の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟磁性膜の3層からなる左右一對の積層縦バイアス層を構成し、非磁性膜を介して硬質磁性膜と軟磁性膜とを反強磁性的に結合させて非常に安定した磁化の方向を持たせ、硬質磁性膜とフリー磁性層とを強磁性結合させることによって、フリー磁性層に安定した縦バイアスを与えることができ、また、積層縦バイアス層を構成することによって、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層へ不要な磁界がかからないので、ノイズの発生が小さく、対称性が良く、安定で且つ高感度な再生特性を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部シールド層と上部シールド層との間に絶縁材を介して磁気抵抗効果素子を有し、前記磁気抵抗効果素子に接して設けられた縦バイアス層と、信号電流を流すための電極リード層からなる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいて、

反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層からなる磁気抵抗効果素子と、

前記磁気抵抗効果素子を構成するフリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜とからなる左右一対の積層縦バイアス層と、で構成されたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記磁気抵抗効果素子を構成する前記固定磁性層が、非磁性層膜を介して固定磁性層膜が複数層積層された積層固定磁性層で構成されたことを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記積層固定磁性層において、前記非磁性層膜を介して対向した前記固定磁性層膜の磁化の方向がお互いに逆の方向になるような前記非磁性層膜の膜厚を有することを特徴とする請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記積層固定磁性層において、前記非磁性層膜の膜厚が、0.4～3nmの範囲にあることを特徴とする請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記磁気抵抗効果素子を構成する前記フリー磁性層が、その隣り合うフリー磁性層膜の材料を異種の軟磁性材料で複数層積層された積層フリー磁性層で構成されたことを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 左右一対の前記積層縦バイアス層の間にあり、且つ、前記磁気抵抗効果素子の上面に接したキャップ層を有することを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記軟質磁性膜の磁化方向が、左右一対の前記硬質磁性膜の磁化の方向と逆方向になるような前記積層縦バイアス層を構成する左右一対の前記非磁性膜の厚さを有することを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 左右一対の前記非磁性膜の膜厚が0.4～3nmの範囲にあることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 下部ギャップ絶縁層の上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程と、

前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、

左右一対の前記積層膜の上に、更に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程と、

を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 請求項9の第2の工程において、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に左右一対の硬質磁性膜、左右一対の非磁性膜及び左右一対の軟質磁性膜を積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 請求項9の第2の工程において、前記フリー磁性層の上に、硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜した後、前記フリー磁性層の上面の一部が露出するように、前記硬質磁性層膜、前記非磁性層膜及び前記軟質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を形成して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 請求項9の第2の工程において、前記フリー磁性層の上面をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に、硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜した後、前記フリー磁性層の上面の一部が露出するように、前記硬質磁性層膜、前記非磁性層膜及び前記軟質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を形成して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 請求項9の第2の工程において、前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 請求項9の第2の工程において、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 請求項9の第2の工程において、前記フリー磁性層の上に、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜を順次積層成膜した後、前記フリー磁性層の上面の一部が露出するように、前記軟質磁性層膜、前記非磁性層膜及び前記硬質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の

薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 請求項9の第2の工程において、前記フリー磁性層の上面をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜を順次積層成膜した後、前記フリー磁性層の上面の一部が露出するように、前記軟質磁性層膜、前記非磁性層膜及び前記硬質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を形成して、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 請求項9の第3の工程において、前記積層縦バイアス層及び前記磁気抵抗効果素子の露出した上面を覆うように電極リード層膜を成膜し、前記磁気抵抗効果素子の一部が露出するように、前記電極リード層膜の一部を削除して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有することを特徴とする請求項9～請求項16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項18】 請求項9の第3の工程において、レジストを形成して、前記積層縦バイアス層及び前記磁気抵抗効果素子の露出した上面の一部の上に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有することを特徴とする請求項9～請求項16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項19】 請求項9の第2の工程及び第3の工程において、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層の上を覆うように硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜する第2の工程と、

更に、その上に前記軟質磁性層膜を覆うように電極リード層膜を成膜した後、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層の一部が露出するように、積層成膜された前記硬質磁性層膜、前記非磁性層膜、前記軟質磁性層膜及び前記電極リード層膜の一部を削除して、前記フリー磁性層の上に夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜、軟質磁性膜及び電極リード層を形成し、夫々左右一対の前記硬質磁性膜、前記非磁性膜及び前記軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層及び左右一対の前記電極リード層を形成する第3の工程と、を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項20】 請求項9の第2の工程及び第3の工程において、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層の上を覆うように、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜を順次積層成膜する第2の工程と、

更に、その上に前記硬質磁性層膜を覆うように電極リード層膜を成膜した後、前記磁気抵抗効果素子の最上部に形成された前記フリー磁性層の一部が露出するように、

積層成膜された前記軟質磁性層膜、前記非磁性層膜、前記硬質磁性層膜及び前記電極リード層膜の一部を削除して、前記フリー磁性層の上に夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜、硬質磁性膜及び電極リード層を形成し、夫々左右一対の前記軟質磁性膜、前記非磁性膜及び前記硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層及び左右一対の前記電極リード層を形成する第3の工程と、を有することを特徴とする請求項9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

10 【請求項21】 左右一対の前記電極リード層及び前記磁気抵抗効果素子の最上部にある前記フリー磁性層の露出した上面に、酸化防止、耐食性向上のためのキャップ層を成膜する第4の工程を有することを特徴とする請求項9～請求項20のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項22】 下部シールド層の上に成膜された下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層を成膜し、更にその上に、第1の固定磁性層膜、非磁性層膜、第2の固定磁性層膜からなる積層固定磁性層を成膜し、その上に、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程を有することを特徴とする請求項9～請求項21のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項23】 下部シールド層の上に成膜された下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層、固定磁性層及び非磁性導電層を順次積層成膜し、更にその上に、第1のフリー磁性層膜、第2のフリー磁性層膜、……、第nのフリー磁性層膜（nは2以上の正の整数）を異種の軟磁性材料で交互に積層成膜した積層フリー磁性層を形成して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程を有することを特徴とする請求項9～請求項22のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項24】 下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成し、更にその上に、キャップ層を成膜する第1の工程と、

レジストを形成して、前記磁気抵抗効果素子の上にある前記キャップ層の一部を削除して前記フリー磁性層を露出させ、露出した前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、前記硬質磁性膜、前記非磁性膜及び前記軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、前記積層縦バイアス層の上に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程と、

を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項25】 請求項24の第2の工程において、前記フリー磁性層の両側部が露出するように前記キャップ層の一部を削り取り、露出した前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性

膜を順次積層成膜して、前記軟質磁性膜、前記非磁性膜及び前記硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項24に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項26】 請求項24の第2の工程において、前記フリー磁性層の両側部が露出するように、前記キャップ層の一部を削り取り、露出した前記フリー磁性層の上面をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、前記硬質磁性膜、前記非磁性膜及び前記軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項24に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項27】 請求項24の第2の工程において、前記フリー磁性層の両側部が露出するように、前記キャップ層の一部を削り取り、露出した前記フリー磁性層の上面をクリーニングした後、前記フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、前記軟質磁性膜、前記非磁性膜及び前記硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴とする請求項24に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項28】 請求項24の第1の工程において、下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層を成膜し、更にその上に、第1の固定磁性層膜、非磁性層膜、第2の固定磁性層膜からなる積層固定磁性層を成膜し、その上に、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成し、更にその上に、キャップ層を成膜する第1の工程を有することを特徴とする請求項24～請求項27のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項29】 請求項24の第1の工程において、下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層、固定磁性層及び非磁性導電層を順次積層成膜し、更にその上に、第1のフリー磁性層膜、第2のフリー磁性層膜、……、第nのフリー磁性層膜（nは2以上の正の整数）を積層成膜し、且つ隣り合うフリー磁性層膜がお互いに異種の軟磁性材料を用いて交互に積層された積層フリー磁性層を形成して、磁気抵抗効果素子を形成し、更にその上に、キャップ層を成膜する第1の工程を有することを特徴とする請求項24～請求項28のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項30】 請求項24の第3の工程において、前記積層縦バイアス層及び前記キャップ層の露出した上面を覆うように電極リード層膜を成膜し、前記キャップ層の上面の全部或いは一部が露出するように、前記電極リード層膜の一部を削除して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有することを特徴とする請求項24～請求項29のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項31】 請求項24の第3の工程において、前記積層縦バイアス層及び前記キャップ層の露出した上面の一部の上に、レジストを形成して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有することを特徴とする請求項24～請求項29のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置（HDD装置）等の磁気記録媒体に対して高密度の記録・再生を行う装置に適用され、特に、磁気抵抗効果素子のフリー磁性層に安定し、且つ、効果的なバイアス磁界を与えてノイズが小さく、且つ、再生感度が高い磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置（HDD装置）等の磁気記録媒体に対する記録・再生において、処理速度の向上と記録容量の大容量化の必要性が増してきており、高記録密度化への取り組みが強化されつつある。

【0003】以下、従来の薄膜磁気ヘッドについて図面を用いて説明する。

【0004】図16及び図17は、従来の薄膜磁気ヘッドを示す図であり、図16は斜視概略図、図17は薄膜磁気ヘッドの正面概略模式図である。

【0005】例えば、磁気ディスク装置における信号の磁気記録媒体への記録再生に用いられる薄膜磁気ヘッドは、図16に示すような所謂MR（GMR）インダクティブ複合ヘッドと呼ばれているものが多い。

【0006】図16において、パーマロイ、Co系アモルファス磁性膜或いはFe系合金磁性膜等の軟磁性材料で成膜された下部シールド層161の上にAl₂O₃、AlN或いはSiO₂等の非磁性絶縁材料を用いて下部ギャップ絶縁層162が成膜され、更にその上面に磁気抵抗効果素子（MR素子或いはGMR素子。以下、GMR素子と言う）163が積層成膜形成され、GMR素子163の左右両側端部にCoPt合金等の材料で左右一対の縦バイアス層164が成膜される。更に、GMR素子163の上面とその両側面とのなす交線である稜線に接し、縦バイアス層164の上面に、Cu、Cr或いはTa等の材料を用いて左右一対の電極リード層165が成膜される。ここで、縦バイアス層164の上面及びGMR素子163の一部の上面にかかるようにして、電極リード層165を成膜しても良い。次に、電極リード層165とGMR素子163の露出した部分の上に、下部ギャップ絶縁層162と同様の非磁性絶縁材料を用いて上部ギャップ絶縁層166を成膜する。更に、上部ギャップ絶縁層166の上に、下部シールド層161と同じような軟磁性材料を用いて上部シールド層167を成膜形成し、再生用の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド部168

を構成する。

【0007】次に、上部シールド層167の上面に下部ギャップ絶縁層162と同様の非磁性絶縁材料を用いて記録ギャップ層171を成膜し、更に記録ギャップ層171を介して上部シールド層167に対向し、且つ、他の部分で上部シールド層167に接している上部磁極172を軟磁性材料を用いて成膜形成し、記録ギャップ層171を介して上部シールド層167と上部磁極172が対向している部分と上部磁極172が上部シールド層167に接している部分との間で、上部シールド層167と上部磁極172から絶縁材（図示せず）を介して絶縁された巻線コイル173が設けられて、記録用の誘導型薄膜磁気ヘッド部170を構成する。ここで、上部シールド層167は再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド部168のシールド機能と記録用誘導型薄膜磁気ヘッド部170の下部磁極機能とを兼ね備えた機能を有している。

【0008】巻線コイル173に記録電流が供給されることにより、記録用誘導型薄膜磁気ヘッド部170の上部磁極172と上部シールド層167に記録磁界が発生し、記録ギャップ層171を介して対向する上部磁極172と上部シールド層167との間に漏洩磁束が発生し、磁気記録媒体に記録信号を記録する。また、信号が記録された磁気記録媒体に記録された信号の磁界を再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド部168で再生し、GMR素子163による抵抗変化に応じた再生信号を電極リード層165の端子から検出する。

【0009】図17に、薄膜磁気ヘッドの再生ヘッド部における磁気抵抗効果素子近傍の正面概略模式図を示すように、下部シールド層161の上面に成膜された下部ギャップ絶縁層162の上に、IrMn、FeMn系合金膜、PtMn系合金膜、 $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ 或いはNiO等の材料である反強磁性層174、NiFe系合金膜、Co、CoFe合金膜等を材料とする固定磁性層175、Cu等を材料とする非磁性導電層176、固定磁性層と同様の材料とするフリー磁性層177及びTa等を材料とするキャップ層178が順次積層成膜され、イオンミリング等のエッチング工程で左右両側端部が傾斜した面を持つように削り取られてGMR素子163が形成されている。GMR素子163の左右両側端面に接して、左右一対の縦バイアス層164が形成され、その上に左右一対の電極リード層165が形成されている。更に、それらの上に、上部ギャップ絶縁層166が成膜され、更にその上に、上部シールド層167が形成され、再生用磁気抵抗効果型薄膜ヘッド168を構成している。近年、高記録密度化に対応した短波長の記録信号を再生するために、再生ヘッドギャップレングス179が益々小さくなってきている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従

来の構成の薄膜磁気ヘッドの再生ヘッド部において、磁気記録媒体に短波長で記録された信号を再生するためには、再生ヘッドギャップレングスを小さくする必要がある。再生ヘッドギャップレングスは下部シールド層の上面から上部シールド層の下面までの距離即ち下部ギャップ絶縁層、GMR素子及び上部ギャップ絶縁層の夫々の膜厚の和であり、この距離を小さくすることはGMR素子の両側にある左右一対の縦バイアス層が下部シールド層或いは上部シールド層に接近することになり、縦バイアス層の磁界が下部シールド層或いは上部シールド層に逃げ易くなり、GMR素子のフリー磁性層との結合が弱まって、フリー磁性層の磁化の方向が不安定になり、ノイズが増加し、安定した再生信号が得られないという課題があった。また、高密度記録化のため、記録トラック幅が狭小化され、左右一対の縦バイアス層の間隔が小さくなり、縦バイアス層の磁界を強くすると、GMR素子のフリー磁性層の磁界が強くなりすぎて、外部磁場に対する磁化の方向が変化し難くなり、再生感度を低下させるという課題があった。更に、縦バイアス磁界によって、固定磁性層の磁化の方向がトラック幅方向に傾き易くなるという大きな課題があった。

【0011】本発明は、上記の課題を解決し、GMR素子のフリー磁性層の上に形成された積層膜の硬質磁性膜とフリー磁性層とを強磁性結合させ、且つ、非磁性膜を介して形成された軟磁性膜と硬質磁性膜とを反強磁性的に結合させることによって、フリー磁性層に安定した縦バイアスを加え、フリー磁性層の磁化の方向を安定させ、バルクハウゼンノイズの発生を抑え、対称性が良く、再生性能の良好な磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の薄膜磁気ヘッドは、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層からなる磁気抵抗効果素子と、磁気抵抗効果素子を構成するフリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜とからなる左右一対の積層縦バイアス層とからなるようにした構成を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子を構成する固定磁性層が、非磁性層膜を介して固定磁性層膜が複数層積層された積層固定磁性層であるようにした構成を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子を構成するフリー磁性層が、その隣り合うフリー磁性層膜の材料を異種の軟磁性材料で複数層積層された積層フリー磁性層であるようにした構成を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、軟質磁性膜の磁化方向が、左右一対の硬質磁性膜の磁化の方向と逆方向になるような積層縦バイアス層を構成する左右一対の非磁性膜の厚さであるようにした構成を有している。

【0013】この構成によって、フリー磁性層の上に左

右一対の硬質磁性膜を成膜し、常温で着磁することによって、硬質磁性膜と強磁性結合したフリー磁性層の磁化の方向が非常に安定なものとなり、一方、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向も非常に安定したものとなる。また、フリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜と左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜を着磁することによって、反強磁性的に結合した軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の方向も非常に安定したものとなる。非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層へ不要な磁界がかからないため、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性が良く、再生感度が高く、安定した再生性能を得ることができる。

【0014】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、下部ギャップ絶縁層の上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程と、フリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、左右一対の前記積層膜の上に、更に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、フリー磁性層の上に、硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜した後、フリー磁性層の上面の一部が露出するように、硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を形成して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、フリー磁性層の上に、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜を順次積層成膜した後、フリー磁性層の上面の一部が露出するように、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を形成して、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方

法は、積層縦バイアス層及び磁気抵抗効果素子の露出した上面を覆うように電極リード層膜を成膜し、磁気抵抗効果素子の一部が露出するように、電極リード層膜の一部を削除して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の上を覆うように硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜する第2の工程と、更に、その上に軟質磁性層膜を覆うように電極リード層膜を成膜した後、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の一部が露出するように、積層成膜された硬質磁性層膜、非磁性層膜、軟質磁性層膜及び前記電極リード層膜の一部を削除して、フリー磁性層の上に夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜、軟質磁性膜及び電極リード層を形成し、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層及び左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の上を覆うように、軟質磁性層膜、非磁性層膜及び硬質磁性層膜を順次積層成膜する第2の工程と、更に、その上に前記硬質磁性層膜を覆うように電極リード層膜を成膜した後、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の一部が露出するように、積層成膜された軟質磁性層膜、非磁性層膜、硬質磁性層膜及び電極リード層膜の一部を削除して、フリー磁性層の上に夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜、硬質磁性膜及び電極リード層を形成し、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層及び左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、左右一対の電極リード層及び磁気抵抗効果素子の最上部にある前記フリー磁性層の露出した上面に、酸化防止、耐食性向上のためのキャップ層を成膜する第4の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、下部シールド層の上に成膜された下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層を成膜し、更にその上に、第1の固定磁性層膜、非磁性層膜、第2の固定磁性層膜からなる積層固定磁性層を成膜し、その上に、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、下部シールド層の上に成膜された下部ギャップ絶縁層の上に、反強磁性層、固定磁性層及び非磁性導電層を順次積層成膜し、更にその上に、第1のフリー磁性層膜、第2のフリー磁性層膜、……、第nのフリー磁性層膜（nは2以上の正の整数）を異種の軟

磁性材料で交互に積層成膜した積層フリー磁性層を形成して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成し、更にその上に、キャップ層を成膜する第1の工程と、レジストを形成して、磁気抵抗効果素子の上にあるキャップ層の一部を削除してフリー磁性層を露出させ、露出したフリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、積層縦バイアス層の上に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、フリー磁性層の両側部が露出するようにキャップ層の一部を削り取り、露出したフリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、積層縦バイアス層及びキャップ層の露出した上面を覆うように電極リード層膜を成膜し、キャップ層の上面の全部或いは一部が露出するように、電極リード層膜の一部を削除して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有している。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、積層縦バイアス層及びキャップ層の露出した上面の一部の上に、レジストを形成して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有している。

【0015】この方法によって、硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分においては、硬質磁性膜とフリー磁性層とは強磁性結合し、フリー磁性層の磁化の方向は強く安定した状態で保持され、一方、左右一対の硬質磁性膜に接していない部分のフリー磁性層の磁化の方向も安定して硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分と同じ磁化の方向に向きやすくなり、また、左右一対の硬質磁性膜の上に、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、硬質磁性膜の磁化の方向が非常に安定したものとなる。或いは、フリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜と左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜は、反強磁性的に結合して、軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の方向も非常に安定したものとなり、軟質磁性膜に接していない部分でのフリー磁性層の磁化の方向は軟質磁性膜に接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。非磁性膜を介して軟質磁性膜に対向して硬質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向も非常に安定

したものとなる。また、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層への不要な磁界もかからず、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性が良く、安定した再生感度の高い再生性能を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、下部シールド層と上部シールド層との間に絶縁材を介して磁気抵抗効果素子を有し、磁気抵抗効果素子に接して設けられた縦バイアス層と、信号電流を流すための電極リード層からなる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドにおいて、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層からなる磁気抵抗効果素子と、磁気抵抗効果素子を構成するフリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜とからなる左右一対の積層縦バイアス層とで構成されたことを特徴としたものであり、また、本発明の請求項2に記載の発明は、磁気抵抗効果素子を構成する固定磁性層が、非磁性層膜を介して固定磁性層膜が複数層積層された積層固定磁性層で構成されたことを特徴としたものであり、また、本発明の請求項4に記載の発明は、積層固定磁性層において、非磁性層膜の膜厚が、0.4～3nmの範囲にあることを特徴としたものであり、また、本発明の請求項7に記載の発明は、軟質磁性膜の磁化方向が、左右一対の硬質磁性膜の磁化の方向と逆方向になるような積層縦バイアス層を構成する左右一対の前記非磁性膜の厚さを有することを特徴としたものであり、フリー磁性層の上に左右一対の硬質磁性膜を成膜し、常温で着磁することによって、硬質磁性膜と強磁性結合したフリー磁性層の磁化の方向が非常に安定なものとなり、一方、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向も非常に安定したものとなる。また、フリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜と左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜を着磁することによって、反強磁性的に結合した軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の方向も非常に安定したものとなる。また、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且

つ、フリー磁性層及び固定磁性層へ不要な磁界がかからないため、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性が良く、再生感度が高く、安定した再生性能を得ることができるという作用を有している。

【0017】また、本発明の請求項9に記載の発明は、下部ギャップ絶縁層の上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成する第1の工程と、フリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、左右一対の前記積層膜の上に、更に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項10に記載の発明は、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層をクリーニングした後、フリー磁性層の上に左右一対の硬質磁性膜、左右一対の非磁性膜及び左右一対の軟質磁性膜を積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項11に記載の発明は、フリー磁性層の上に、硬質磁性膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜した後、フリー磁性層の上面の一部が露出するように、硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜の一部を削除して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を形成して、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項13に記載の発明は、フリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項17に記載の発明は、積層縦バイアス層及び磁気抵抗効果素子の露出した上面を覆うように電極リード層膜を成膜し、磁気抵抗効果素子の一部が露出するように、電極リード層膜の一部を削除して、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程を有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項19に記載の発明は、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の上を覆うように硬質磁性層膜、非磁性層膜及び軟質磁性層膜を順次積層成膜する第2の工程と、更に、その上に軟質磁性層膜を覆うように電極リード層膜を成膜した後、磁気抵抗効果素子の最上部に形成されたフリー磁性層の一部が露出するように、積層成膜された硬質磁性層膜、非磁性層膜、軟質磁性層膜及び電極リード層膜の一部を削除して、フリー磁性層の上に夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜、軟質磁性膜及び電極リード層を形成し、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層及び左右一対の前記電極リード層を形成する第3の工程とを有することを特徴としたものであ

り、また、本発明の請求項24に記載の発明は、下部ギャップ絶縁層の上面に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層を順次積層成膜して、磁気抵抗効果素子を形成し、更にその上に、キャップ層を成膜する第1の工程と、レジストを形成して、磁気抵抗効果素子の上にあるキャップ層の一部を削除してフリー磁性層を露出させ、露出したフリー磁性層の上に、夫々左右一対の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜を順次積層成膜して、硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程と、積層縦バイアス層の上に、左右一対の電極リード層を形成する第3の工程とを有することを特徴としたものであり、また、本発明の請求項25に記載の発明は、フリー磁性層の両側部が露出するようにキャップ層の一部を削り取り、露出したフリー磁性層の上に、夫々左右一対の軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜を順次積層成膜して、軟質磁性膜、非磁性膜及び硬質磁性膜からなる左右一対の積層縦バイアス層を形成する第2の工程を有することを特徴としたものであり、硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分においては、硬質磁性膜とフリー磁性層とは強磁性結合し、フリー磁性層の磁化の方向は強く安定した状態で保持され、一方、左右一対の硬質磁性膜に接していない部分のフリー磁性層の磁化の方向も安定して硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分と同じ磁化の方向に向きやすくなり、また、左右一対の硬質磁性膜の上に、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、硬質磁性膜の磁化の方向が非常に安定したものとなる。或いは、フリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜と左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜は、反強磁性的に結合して、軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の方向も非常に安定したものとなり、軟質磁性膜に接していない部分でのフリー磁性層の磁化の方向は軟質磁性膜に接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。非磁性膜を介して軟質磁性膜に対向して硬質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向も非常に安定したものとなる。また、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層への不要な磁界もかからず、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性が良く、安定した再生感度の高い再生性能を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することができるという作用を有している。

【0018】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0019】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1を示す説明概要図であり、磁気記録媒体に対向するヘッド摺動面側から見た磁気抵抗効果素子の近傍の正面概略模式図である。

【0020】図1(a)において、パーマロイ、Co系アモルファス磁性膜或いはFe系微粒子磁性膜等の軟磁性材料を素材とする下部シールド層(図示せず)の上に Al_2O_3 、AlN或いは SiO_2 等の非磁性絶縁材料を用いて成膜された下部ギャップ絶縁層(図示せず)があり、その上に、IrMn、FeMn系合金膜、PtMn系合金膜、 $\alpha-Fe_2O_3$ 或いはNiO等の材料である反強磁性層1、NiFe系合金膜、Co、CoFe合金膜等を材料とする固定磁性層2、Cu等を材料とする非磁性導電層3及び固定磁性層2と同様の強磁性材料を材料とするフリー磁性層4で構成された磁気抵抗効果素子5(MR素子或いはGMR素子。以下、GMR素子と言う)が構成されている。更に、GMR素子5を構成するフリー磁性層4の上面に、夫々左右一對のCoPt系合金等の材料を用いた硬質磁性膜6と、Ru等の非磁性材料を用いた非磁性膜7及び、更にその上にフリー磁性層4と同様の材料を用いた軟質磁性膜8とからなる左右一對の積層縦バイアス層9が構成されている。フリー磁性層4の磁化の方向は、その上に形成された硬質磁性膜6と強磁性結合することによって、硬質磁性膜6と同じ磁化の方向となり、非常に安定した状態に保たれ、また、硬質磁性膜6の磁化の方向は、非磁性膜7を介して対向する軟質磁性膜8と反強磁性的に結合し、非常に安定した磁化の方向を保つ。更に、それらの上に、従来例と同様に、Cu、Cr或いはTa等の材料を用いた左右一對の電極リード層10があり、その上に全体を覆うように下部ギャップ絶縁層と同様の絶縁材料を用いて上部ギャップ絶縁層(図示せず)が形成され、更に、その上に、下部シールド層と同様の軟磁性材料を用いて上部シールド層(図示せず)が形成されて、再生ヘッド用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドが構成されている。

【0021】尚、図1(b)に示すように、左右一對の電極リード層10及びGMR素子5を構成するフリー磁*

*性層4の露出した部分の上面を覆うように、或いは、図1(c)に示すように、左右一對の積層縦バイアス層9又は電極リード層10の間に、GMR素子5の上面に接するように、Ta等を材料としてキャップ層11或いは12を形成してフリー磁性層4の酸化を防ぎ、耐食性を向上させるようにしても良いということは言うまでもない。

【0022】GMR素子5を構成する固定磁性層2の磁化の方向が磁気記録媒体に対向するヘッド摺動面と直行するY軸方向(図1(a)の紙面に垂直な方向)になるように、Y軸方向に磁場が与えられて、所定の温度及び時間で熱処理(アニール)され、反強磁性層1との交換結合磁界により、固定磁性層2の磁化の方向はY軸方向に強く固定される。一方で、常温でトラック幅方向(X軸方向)に磁場を加えて、左右一對の積層縦バイアス層9の硬質磁性膜6の磁化の方向がX軸方向(X方向或いは-X方向)になるように着磁され、硬質磁性膜6と強磁性結合されたフリー磁性層4の磁化の方向が決まる。固定磁性層2に所定の方向に磁化の方向を付加するための熱処理は、キャップ層11或いは12が形成された後に実施するのが好ましい。

【0023】また、左右一對の積層縦バイアス層9を構成する左右一對の非磁性膜7の膜厚の厚さが小さければ、軟質磁性膜8の磁化の方向は硬質磁性膜6の磁化の方向と同じ方向のままであり、他方、非磁性膜7の膜厚が大きすぎると軟質磁性膜8の磁化の方向は再び元の方向即ち硬質磁性膜6の磁化の方向と同じ方向になり、膜厚によって磁化の方向が同じ方向或いは逆の方向と周期的に変化し、結合磁界の強さも徐々に減衰してゆく。従って、非磁性膜7の膜厚は適切な範囲に設定する必要がある。即ち、非磁性膜7の膜厚の厚さを設定して、硬質磁性膜6と反強磁性的に結合させて、軟質磁性膜8の磁化の方向(例えば、-X方向の場合)を硬質磁性膜6の磁化の方向(X方向)と逆方向の磁化の方向にする。検討結果によれば、軟質磁性膜8を硬質磁性膜6に反強磁性的に結合させるための非磁性膜7の膜厚は、用いる非磁性材料により異なり、表1の如き結果を得た。

【0024】

【表1】

| 使用する非磁性材料 | 磁化の方向を反対の向きにする膜厚 |
|-----------|------------------|
| Ru | 0.4~0.8nm |
| Cu | 0.9nm近傍、2.0nm近傍 |
| Ag, Au | 2~3nm |
| Ir | 1.3nm近傍 |

【0025】また、上述の実施の形態において、左右一對の積層縦バイアス層9は夫々左右一對の硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜をフリー磁性層4の上に順次積層成膜したが、図2(a)に示すように、フリー磁性層4の上に、順次、左右一對の軟質磁性膜21、左右一對※50

※の非磁性膜22及び左右一對の硬質磁性膜23を積層成膜して、左右一對の積層縦バイアス層24を形成して、硬質磁性膜23をX軸方向に着磁し、非磁性膜22を介して対向している軟質磁性膜21と反強磁性的に結合して、軟質磁性膜21の磁化の方向を与え、軟質磁性膜2

1と強磁性結合しているフリー磁性層4に安定した磁化の方向を与えることもでき、同様の効果が得られる。この場合にも、非磁性膜22を介して対向している硬質磁性膜23と軟質磁性膜21の磁化の方向は、非磁性膜22の膜厚によって変化するの言うまでもないことである。

【0026】尚、前述の実施の形態において、固定磁性層及びフリー磁性層は、夫々単一の材料で形成されているように記述されているが、図2(b)に示すように、固定磁性層を第1の固定磁性層膜2001、非磁性層膜2002及び第2の固定磁性層膜2003で構成される複数層の固定磁性層を積層した積層固定磁性層25であっても良い。この場合にも、前述の積層縦バイアス層の場合と同様に、非磁性層膜2002の膜厚によって、第1の固定磁性層膜2001と第2の固定磁性層膜2003の磁化の方向が同じ方向或いは逆の方向になり、表1に示された膜厚が非磁性層膜の膜厚として適用される。

【0027】また、図2(c)に示すように、フリー磁性層も第1のフリー磁性層膜4001、第2のフリー磁性層膜4002……第nのフリー磁性層膜4003と

いうように、互いに隣り合うフリー磁性層膜が異種の軟磁性材料を用いて積層された積層フリー磁性層26であっても良い。

【0028】以上のように本実施の形態1によれば、左右一対の非磁性膜を介して左右一対の軟質磁性膜に対向させて左右一対の硬質磁性膜を成膜形成し、例えばX軸方向(トラック幅方向)に磁化の方向を有するように、左右一対の硬質磁性膜を常温で着磁することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で非常に強く反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向はトラック幅方向に揃い、非常に強く安定したものとなる。一方、非常に安定した磁化の方向を有する硬質磁性膜と強磁性結合したフリー磁性層の磁化の方向もトラック幅方向に揃い、非常に安定なものとなり、左右一対の硬質磁性膜と接しているフリー磁性層の間にあるフリー磁性層の部分の磁化の方向も左右一対の硬質磁性膜と接しているフリー磁性層の磁化の方向と同じ方向に向き易くなる。

【0029】また、左右一対の非磁性膜を介してフリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜と左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜を、例えばX方向に磁化の方向を有するように着磁することによって、反強磁性的に結合した軟質磁性膜に非常に安定した磁化の方向(例えば、-X方向)を与え、左右一対の軟質磁性膜と強磁性結合している部分のフリー磁性層の磁化の方向も非常に安定したものとなり、左右一対の軟質磁性膜に接しているフリー磁性層の間のフリー磁性層の部分の磁化の方向も左右一対の軟質磁性膜に接しているフリー磁性層の磁化の方向と同じ方向に向き易くなる。

【0030】非磁性膜を介して軟質磁性膜と硬質磁性膜

とを対向させて成膜形成し、非磁性膜の膜厚を適切に選ぶことによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で非常に強く反強磁性的に結合し、夫々の磁化の方向が非常に安定したものとなる。一方で、非常に安定した磁化の方向を有する左右一対の硬質磁性膜或いは左右一対の軟質磁性膜に接したフリー磁性層の磁化の方向も安定してトラック幅方向に揃い、左右一対の硬質磁性膜或いは左右一対の軟質磁性膜に接したフリー磁性層の間にあるフリー磁性層の磁化の方向も左右一対の硬質磁性膜或いは左右一対の軟質磁性膜に接したフリー磁性層の磁化の方向と同じ方向に向き易くなり、更に、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層へ不要な磁界がかからないため、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性が良くなり、再生感度が高く、再生性能を安定化させることができる。

【0031】(実施の形態2)図3～図12は、本発明の実施の形態2を示す再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するための工程概要説明図であり、磁気記録媒体に対向するヘッド摺動面の近傍におけるヘッド摺動面と平行な面で切断した断面図である。以下、図面を用いて再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を各工程順に説明する。

【0032】図3に示すように、AlTiC等を材料とした基板30の上に成膜され、パーマロイ、Co系アモルファス磁性膜或いはFe系微粒子磁性膜等の軟磁性材料を素材とする下部シールド層31の上にAl₂O₃、AlN或いはSiO₂等の非磁性絶縁材料を用いて下部ギャップ絶縁層32を成膜する。

【0033】第1の工程として、図4(a)に示すように、下部ギャップ絶縁層32の上に、IrMn、FeMn系合金膜、NiMn系合金膜、PtMn系合金膜、αFe₂O₃或いはNiO等の材料を用いて反強磁性層41を成膜し、更に、図4(b)に示すように、その上に、NiFe系合金膜、Co或いはCoFe合金膜等を材料として固定磁性層42を成膜する。次に、図4(c)に示すように、固定磁性層42の上に、Cu等を材料とする非磁性導電層43を成膜する。更に、図4(d)に示すように、非磁性導電層43の上に、固定磁性層42と同様の材料を用いてフリー磁性層44を成膜し、反強磁性層41、固定磁性層42、非磁性導電層43及びフリー磁性層44が薄膜で順次積層成膜されたGMR素子45を形成する。

【0034】第2の工程として、図5(a)に示すように、茸型レジスト51を用いて、フリー磁性層44の上に、夫々左右一対のPtMn系合金膜等を材料とした硬

質（ハード）磁性膜52、その上にRu等を材料とする非磁性膜53及びフリー磁性層44と同様の材料を用いて軟質磁性膜54を順次成膜積層して、左右一對の積層縦バイアス層55を形成する。

【0035】第3の工程として、図5（b）に示すように、更に、苺型レジスト51を利用して、積層縦バイアス層55の上にCu、Cr或いはTa等の非磁性材料を用いて左右一對の電極リード層56を成膜する。

【0036】次に、図6（a）に示すように、それらの上に、下部ギャップ絶縁層32と同様の絶縁材料を用いて上部ギャップ絶縁層61を成膜し、更に、図6（b）に示すように、上部ギャップ絶縁層61の上に、下部シールド層31と同じような軟磁性材料を用いて上部シールド層62を成膜形成して、再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド63を作製する。

【0037】尚、第4の工程として、図7（a）に示すように、GMR素子45の露出した部分にあたるフリー磁性層44の酸化を防止するために、左右一對の電極リード層56及びGMR素子45の露出した部分の上に、Ta等の材料でキャップ層71を成膜する工程を追加するのが好ましい。この時、図7（b）に示すように、キャップ層71を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド72を作製することができる。

【0038】磁気記録媒体に対向するヘッド摺動面と直行するY軸方向（図6（a）或いは図6（b）の紙面に垂直な方向）に磁場を加えて、所定の温度で、所定時間で反強磁性層41をアニール（熱処理）して、反強磁性層41の磁化の方向をY軸方向になるようにし、反強磁性層41との交換結合磁界により固定磁性層42の磁化の方向をY軸方向に固定する。また、常温においてトラック幅方向（X軸方向）に磁場を加えて硬質磁性膜52を着磁して、硬質磁性膜52と強磁性結合しているフリー磁性層44の磁化の方向を硬質磁性膜52と同じ方向に付加する。磁化の方向を付加するための熱処理（アニール処理）は、前述の第4の工程におけるキャップ層が形成された後、且つ、図示しないがキャップ層、電極リード層、積層膜がパターンニングされて削り取られる前に行うのが好ましい。

【0039】また、第2の工程として、図5（a）に示すように、GMR素子45を構成するフリー磁性層44の上に、苺型のレジスト51を形成し、GMR素子45の最上部に成膜されたフリー磁性層44の上面をAr等によるプリスパック或いはECR等の方法によってクリーニングし、フリー磁性層44の表面の酸化膜、レジストの残滓、異物或いは汚れ等を取り除いた後、フリー磁性層44の上に左右一對の硬質磁性膜52、非磁性膜53及び軟質磁性膜54を順次積層成膜して、左右一對の積層縦バイアス層55を形成しても良い。フリー磁性層の上面をクリーニングすることによって、フリー磁性層と硬質磁性膜との間には異物の介在がなく、フリー磁性

層と硬質磁性膜との強磁性結合による結合磁界は低下することがなく、強い結合磁界を維持することができる。

【0040】また、上述の第2の工程において、図8（a）に示すように、フリー磁性層34の上に、CoPt系合金膜等を材料とした硬質磁性層膜801、Ru等を材料とする非磁性層膜802及びフリー磁性層と同様の材料を用いた軟質磁性層膜803をフリー磁性層44が覆われるように順次積層して成膜し、次に、図8

（b）に示すように、フォトリソを塗布してドライエッチング等の方法により硬質磁性層膜801、非磁性層膜802及び軟質磁性層膜803の夫々の一部を削り取り、GMR素子を構成するフリー磁性層44の上面が露出するようにして、夫々左右一對の硬質磁性膜81、非磁性膜82及び軟質磁性膜83を形成し、左右一對の積層縦バイアス層84を形成しても良い。また、この時にも、フリー磁性層44の上面をAr等によるプリスパック或いはECR等の方法によってクリーニングし、フリー磁性層44の表面の酸化膜、異物或いは汚れ等を取り除いた後、硬質磁性層膜801、非磁性層膜802及び軟質磁性層膜803をフリー磁性層44が覆われるように順次積層して成膜しても良いのは言うまでもないことである。

【0041】また、第2の工程として、図9に示すように、苺型レジスト91を用いて、フリー磁性層44の上に、フリー磁性層44と同様の材料を用いた夫々左右一對の軟質磁性膜92、その上にRu等を材料とする非磁性膜93及びCoPt系合金膜等を材料とした硬質磁性膜94を順次成膜積層して、左右一對の積層縦バイアス層95を形成しても良い。

【0042】また、第2の工程として、図9に示すように、GMR素子45の上に、苺型のレジスト91を形成し、GMR素子45の最上部に成膜されたフリー磁性層44の上面をAr等によるプリスパック或いはECR等の方法によってクリーニングし、フリー磁性層34の表面の酸化膜、レジストの残滓、異物或いは汚れ等を取り除いた後、フリー磁性層44の上に夫々左右一對の軟質磁性膜92、非磁性膜93及び硬質磁性膜94を順次積層成膜して、左右一對の積層縦バイアス層95を形成しても良い。

【0043】また、上述の第2の工程において、図10（a）に示すように、フリー磁性層44の上を覆うように、フリー磁性層と同様の軟磁性材料を用いた軟質磁性層膜101、Ru等を材料とする非磁性層膜102及びCoPt系合金膜等を材料とした硬質磁性層膜103を順次積層して成膜し、次に、図10（b）に示すように、フォトリソを塗布してドライエッチング等の方法により軟質磁性層膜101、非磁性層膜102及び硬質磁性層膜103の夫々の一部を削り取り、GMR素子45のフリー磁性層44の上面が露出するようにして、夫々左右一對の軟質磁性膜104、非磁性膜105及び

硬質磁性膜106を形成し、左右一對の積層縦バイアス層107を形成しても良い。この時、GMR素子45の最上部に成膜されたフリー磁性層44の上面をAr等によるブリスパッタ或いはECR等の方法によってクリーニングし、フリー磁性層44の表面の酸化膜、異物或いは汚れ等を取り除いた後、フリー磁性層44の上に、フリー磁性層と同様の軟磁性材料を用いた軟質磁性層膜101、Ru等を材料とする非磁性層膜102及びCoPt系合金膜等を材料とした硬質磁性層膜103を順次積層して成膜しても良いのは言うまでもない。

【0044】また、第3の工程として、図11(a)に示すように、積層縦バイアス層55が形成された後、茸型レジストを削除して、積層縦バイアス層55及び露出したGMR素子45の上を覆うように、電極リード層膜1101を成膜し、次に、図11(b)に示すように、フォトレジストを塗布して、GMR素子45の上面の一部が露出するように電極リード層膜1101の一部を削除して、左右一對の電極リード層111を形成しても良い。

【0045】また、図11(c)に示すように、第3の工程として、積層縦バイアス層55が形成された後、積層縦バイアス層55を形成するための茸型レジストを削除して、別個の茸型レジスト112を形成して、左右一對の積層縦バイアス層55及びGMR素子45の露出した部分の一部を覆うようにして左右一對の電極リード層113を形成しても良い。

【0046】また、前述の第2の工程及び第3の工程において、第2の工程として、図12(a)に示すように、GMR素子の最上部にあるフリー磁性層44の上面を覆うように、硬質磁性層膜1201、非磁性層膜1202及び軟質磁性層膜1203を順次積層成膜し、第3の工程として、図12(b)に示すように、更にその上に、電極リード層膜1204を積層成膜した後、図12(c)に示すように、フリー磁性層44の一部が露出するように、ドライエッチング等の方法により、硬質磁性層膜1201、非磁性層膜1202、軟質磁性層膜1203及び電極リード層膜1204を削り取り、夫々左右一對の硬質磁性膜1205、非磁性膜1206及び軟質磁性膜1207からなる積層縦バイアス層1209及び左右一對の電極リード層1208を形成しても良い。また、前述の硬質磁性層膜1201及び軟質磁性層膜1203に替えて、硬質磁性層膜1201の替わりにフリー磁性層44とは同様の軟磁性材料を用いた軟質磁性層膜を、軟質磁性層膜1203の替わりに硬質磁性層膜を積層成膜しても良いのは言うまでもない。

【0047】また、第1の工程として、図2(b)に示すように、下部ギャップ絶縁層(図示せず)の上に形成された反強磁性層(図示せず)の上に、第1の固定磁性層2001、第1の非磁性導電層2002、第2の固定磁性層2003を順次積層成膜して、夫々非磁性導電層

を介して複数層の固定磁性層を積層した積層固定磁性層25を形成し、更にその上に非磁性導電層(図示せず)、フリー磁性層(図示せず)を成膜してGMR素子(図示せず)を形成しても良い。

【0048】また、図2(c)に示すように、下部ギャップ絶縁層の上に反強磁性層、固定磁性層及び非磁性導電層(夫々図示せず)を積層成膜し、その上に、第1のフリー磁性層膜4001、第2のフリー磁性層膜4002、……、第nのフリー磁性層膜4003(nは2以上の正の整数)というように、且つ、互いに隣り合うフリー磁性層膜は異種の軟磁性材料を用いて積層成膜し、積層フリー磁性層26を形成して、GMR素子(図示せず)を形成しても良いということも言うまでもない。

【0049】尚、積層縦バイアス層の非磁性膜の膜厚は、使用する非磁性材料によって異なるが、硬質磁性膜と軟質磁性膜とを反強磁性的に強く結合するために、前述の実施の形態1における表1に示されるような膜厚で形成するのが好ましいのは言うまでもないことである。また、積層固定磁性層の形成においても同じである。

【0050】以上のように本実施の形態2によれば、左右一對の硬質磁性膜の上に、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜し、例えばX軸方向(トラック幅方向)に磁化の方向を有するように左右一對の硬質磁性膜を着磁することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、硬質磁性膜の磁化の方向が非常に安定したものとなり、一方、左右一對の硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分におけるフリー磁性層は硬質磁性膜と強磁性結合しており、その磁化の方向もトラック幅方向に揃い、非常に安定した磁化の方向(トラック幅方向)を有することになり、左右一對の硬質磁性膜に接していない部分のフリー磁性層の磁化の方向も硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。或いは他の例として示した場合も略同様の効果を有し、フリー磁性層の上に成膜された左右一對の軟質磁性膜と左右一對の非磁性膜を介して対向している左右一對の硬質磁性膜を、例えばX軸方向(トラック幅方向)に磁化の方向を有するように着磁することによって、反強磁性的に結合した軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の方向もトラック幅方向に揃い、非常に安定したものとなり、軟質磁性膜に接していない部分でのフリー磁性層の磁化の方向は軟質磁性膜に接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。更に、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層への不要な磁界もかからず、バルクハウゼンノイズの発生が

少なく、対称性が良くなり、安定した再生感度の高い再生性能を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することができる。

【0051】また、積層縦バイアス層の形成前に、フリー磁性層の表面をクリーニングすることによって、フリー磁性層と硬質磁性膜または軟質磁性膜との間に異物の介在がなく、フリー磁性層とその上に形成された硬質磁性膜または軟質磁性膜との強磁性結合を強い状態で保持することができ、一層安定した磁化の方向をフリー磁性層に与えることができ、より安定した再生感度の高い再生性能を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することができる。

【0052】(実施の形態3) 図13～図15は、本発明の実施の形態2を示す再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するための工程概要説明図であり、磁気記録媒体に対向するヘッド摺動面の近傍におけるヘッド摺動面と平行な面で切断した断面図である。以下、図面を用いて再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの製造方法を各工程順に説明する。

【0053】第1の工程として、図13(a)に示すように、反強磁性層41、固定磁性層42、非磁性導電層43及びフリー磁性層44が積層成膜され、GMR素子131を形成し、フリー磁性層44の上に、Ta等の材料を用いて酸化防止のためのキャップ層132を成膜する。

【0054】次に、第2の工程として、図13(b)に示すように、茸型のレジスト133を形成して、GMR素子131のフリー磁性層44が露出するように、GMR素子131のキャップ層132の両側部を削除し、その上に、夫々左右一対の硬質磁性膜134、非磁性膜135及び軟質磁性膜136を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層137を形成する。

【0055】第3の工程として、図13(c)に示すように、左右一対の積層縦バイアス層137の上に、左右一対の電極リード層138を成膜形成し、他の工程は前述の実施の形態2と同様の工程によって、再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することもできる。

【0056】また、第2の工程として、図14(a)に示すように、茸型のレジスト133を形成して、GMR素子131のフリー磁性層44が露出するように、GMR素子131のキャップ層132の両側部を削除し、その上に、夫々左右一対のフリー磁性層44と同様の軟磁性材料を用いた軟質磁性膜141、非磁性膜142及び硬質磁性膜143を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層144を形成し、その上に、図14(b)に示すように、左右一対の電極リード層145を成膜形成しても良いのは言うまでもない。

【0057】また、第2の工程として、図13(b)に示すように、茸型のレジスト133を形成して、GMR素子131のフリー磁性層44が露出するように、GM

R素子131のキャップ層132の両側部を削除した後、露出したフリー磁性層44の表面をAr等によるプラズマバック或いはECR等の方法によってクリーニングし、その上に、夫々左右一対の硬質磁性膜134、非磁性膜135及び軟質磁性膜136を順次積層成膜して、左右一対の積層縦バイアス層137を形成しても良い。この場合においても、硬質磁性膜と軟質磁性膜を入れ替えて左右一対の積層縦バイアス層を形成しても良いのは言うまでもない。

【0058】また、第3の工程として、図15(a)或いは図15(b)に示すように、左右一対の積層縦バイアス層137及びキャップ層132の露出した部分の上を覆うように、電極リード層膜151を成膜した後、キャップ層132の上面の全部(図15(a)に示す)或いは一部(図15(b)に示す)が露出するように、ドライエッチング等の方法により電極リード層膜151を削除して、左右一対の電極リード層152を形成しても良い。

【0059】また、第3の工程として、左右一対の積層縦バイアス層137を形成するためのレジストを削除した後、図15(c)に示すように、キャップ層132の上に別の茸型レジスト153を形成して、積層縦バイアス層137及びキャップ層132の一部の上に左右一対の電極リード層154を成膜形成しても良い。

【0060】また、第1の工程として、前述の実施の形態2と同様に、積層固定磁性層を有するGMR素子或いは積層フリー磁性層を有するGMR素子或いはそれらの両者を有するGMR素子を形成しても良い。

【0061】尚、積層縦バイアス層の非磁性層及び積層固定磁性層の非磁性層膜の夫々の膜厚は、使用する非磁性材料により異なるが、前述の実施の形態2と同様に、前述の実施の形態1における表1に示される膜厚で形成するのが好ましい。

【0062】以上のように本実施の形態3によれば、前述の実施の形態2と同様に、左右一対の硬質磁性膜の上に、非磁性膜を介して軟質磁性膜を成膜形成することによって、硬質磁性膜と軟質磁性膜との間で反強磁性的に結合し、硬質磁性膜の磁化の方向が非常に安定したものとなり、左右一対の硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分においては、硬質磁性膜と強磁性結合してフリー磁性層の磁化の方向が硬質磁性膜と同じ方向に揃い、安定した状態で保持され、左右一対の硬質磁性膜に接していない部分のフリー磁性層の磁化の方向も安定して硬質磁性膜とフリー磁性層が接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。また、他の例として、フリー磁性層の上に成膜された左右一対の軟質磁性膜に左右一対の非磁性膜を介して対向している左右一対の硬質磁性膜を形成した場合においても、同様の効果があり、反強磁性的に結合した軟質磁性膜に安定した磁化の方向を与え、軟質磁性膜と強磁性結合しているフリー磁性層の磁化の

方向も軟質磁性膜の磁化の方向に揃い、非常に安定したものとなり、更に、軟質磁性膜と接していない部分でのフリー磁性層の磁化の方向は軟質磁性膜に接している部分と同じ磁化の方向に向き易くなる。一方、非磁性膜の膜厚が適切に選ばれて、反強磁性的に結合した硬質磁性膜と軟質磁性膜の夫々の磁化の方向は逆方向であり、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられ、且つ、端部においても磁化が安定し、硬質磁性膜或いは軟質磁性膜の端部に対向している部分のフリー磁性層も磁化が安定してトラック幅方向に向き、且つ、フリー磁性層及び固定磁性層への不要な磁界もかからず、バルクハウゼンノイズの発生が少なく、対称性の良好な安定した再生感度の高い再生性能を有する再生用磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを作製することができる。

【0063】

【発明の効果】以上のように本発明は、GMR素子を構成するフリー磁性層の上に、硬質磁性膜、非磁性膜及び軟質磁性膜の3層からなる積層縦バイアス層を構成し、常温でトラック幅方向に着磁された左右一対の硬質磁性膜に非磁性膜を介して形成された軟質磁性膜を反強磁性的に結合させることによって、夫々の左右一対の硬質磁性膜と軟質磁性膜に非常に安定した磁化の方向を与え、左右一対の硬質磁性膜或いは左右一対の軟質磁性膜とフリー磁性層とを強磁性結合させることによって、フリー磁性層に安定した縦バイアスを与えることができる。また、磁化された硬質磁性膜は端部でも磁化が安定し、更に、端面磁荷による漏れ磁界が抑えられるため、フリー磁性層及び固定磁性層へ不要な磁界がかからないので、ノイズの発生が小さく、対称性が良く、安定で且つ高感度な再生特性を実現することができるという効果があり、特に、高記録密度化された記録信号を再生するための狭再生ヘッドギャップレングスを有する薄膜磁気ヘッドには非常に有効である。また、そのような優れた再生性能の薄膜磁気ヘッドを容易に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1を示す薄膜磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子近傍の正面概略模式図

【図2】本発明の実施の形態1の他の例を示す薄膜磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子近傍の正面概略模式図

【図3】本発明の実施の形態2における薄膜磁気ヘッドの製造工程の一部を示す概略説明図

【図4】本発明の実施の形態2における第1の工程を示す概略説明図

【図5】本発明の実施の形態2における第2の工程及び第2の工程を示す概略説明図

【図6】本発明の実施の形態2における薄膜磁気ヘッドの製造工程の他の一部を示す概略説明図

【図7】本発明の実施の形態2における第4の工程を示す概略説明図

【図8】本発明の実施の形態2における第2の工程の他

の一例を示す概略説明図

【図9】本発明の実施の形態2における第2の工程の他の例を示す概略説明図

【図10】本発明の実施の形態2における第2の工程の他の例を示す概略説明図

【図11】本発明の実施の形態2における第3の工程の他の例を示す概略説明図

【図12】本発明の実施の形態2における第2の工程及び第3の工程の他の例を示す概略説明図

10 【図13】本発明の実施の形態3における第1の工程～第3の工程を示す概略説明図

【図14】本発明の実施の形態3における第2の工程の他の一例を示す概略説明図

【図15】本発明の実施の形態3における第3の工程の他の例を示す概略説明図

【図16】従来の薄膜磁気ヘッドを示す斜視概略図

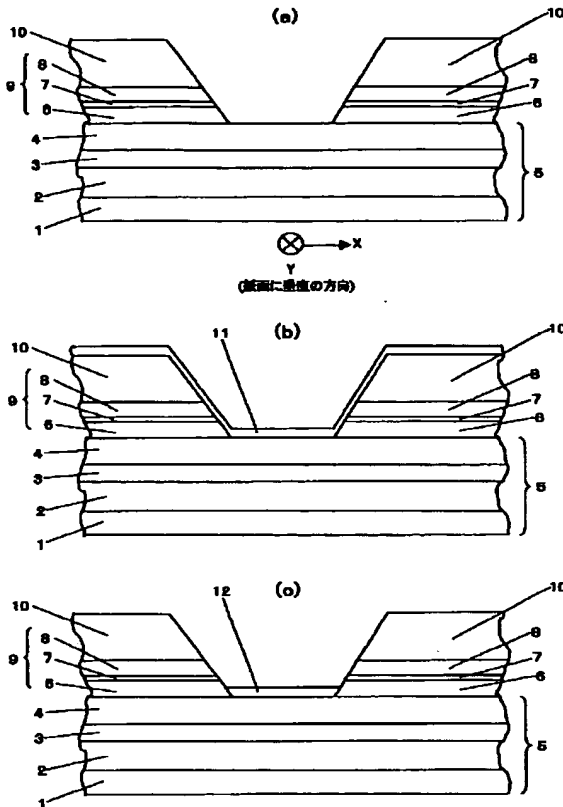
【図17】従来の薄膜磁気ヘッドを示す正面概略模式図
【符号の説明】

- 1、41、174 反強磁性層
- 20 2、42、175 固定磁性層
- 3、43、176 非磁性導電層
- 4、44、177 フリー磁性層
- 5、45、131、163 磁気抵抗効果素子（GMR素子）
- 6、23、52、81、94、106、134、143、1205 硬質磁性膜
- 7、22、53、82、93、105、135、142、1206 非磁性膜
- 8、21、54、83、92、104、136、141、1207 軟質磁性膜
- 30 9、55、84、95、107、137、144、1209 積層縦バイアス層
- 10、56、111、113、138、145、152、154、165、1208 電極リード層
- 11、12、71、132、178 キャップ層
- 25 積層固定磁性層
- 26 積層フリー磁性層
- 30 基板
- 31、161 下部シールド層
- 32、162 下部ギャップ絶縁層
- 40 51、91、133、153 茸型レジスト
- 61、166 上部ギャップ絶縁層
- 62、167 上部シールド層
- 63、72、168 再生用磁気抵抗効果素子型薄膜磁気ヘッド
- 103、801、1201 硬質磁性層膜
- 102、802、1202 非磁性層膜
- 101、803、1203 軟質磁性層膜
- 112 フォトレジスト
- 50 151、1101、1204 電極リード層膜

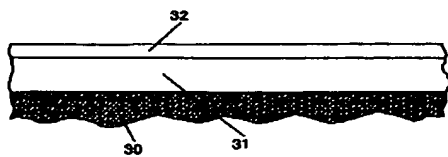
27

- 164 縦バイアス層
 170 記録用誘導型薄膜磁気ヘッド
 171 記録ギャップ層
 172 上部磁極
 173 巻線コイル
 179 再生ヘッドギャップレングス

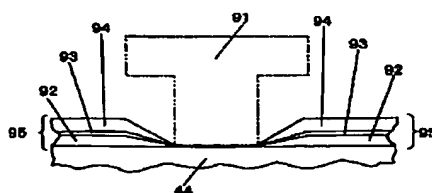
【図1】



【図3】



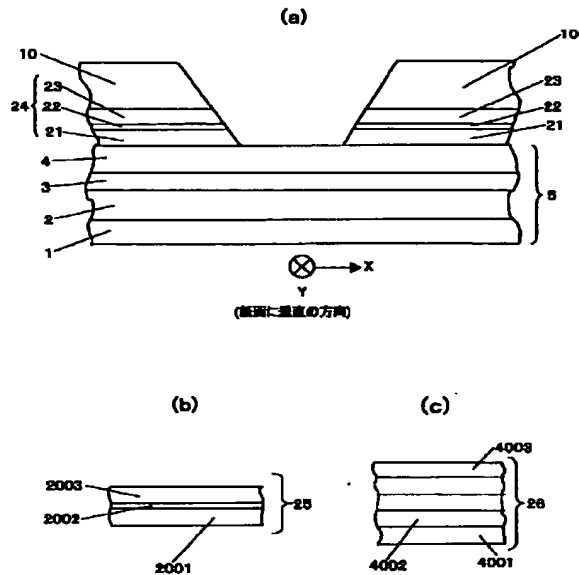
【図9】



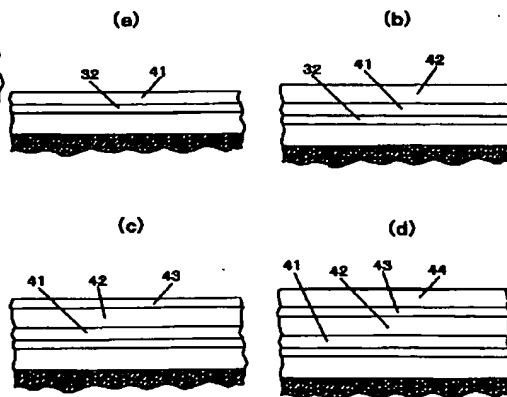
28

- 2001 第1の固定磁性層膜
 2002 非磁性層膜
 2003 第2の固定磁性層膜
 4001 第1のフリー磁性層膜
 4002 第2のフリー磁性層膜
 4003 第nのフリー磁性層膜

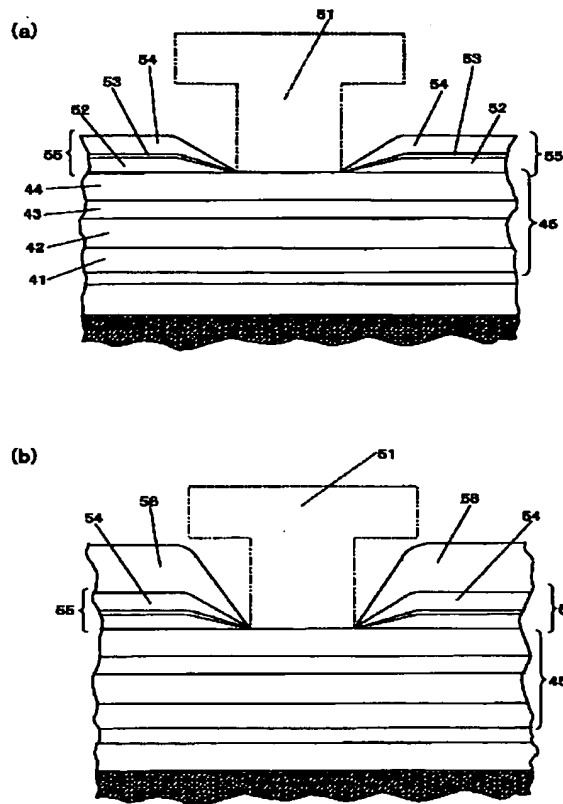
【図2】



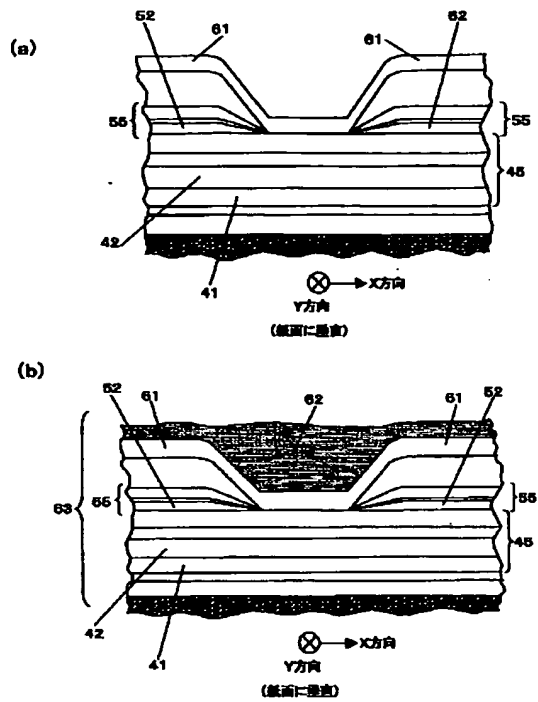
【図4】



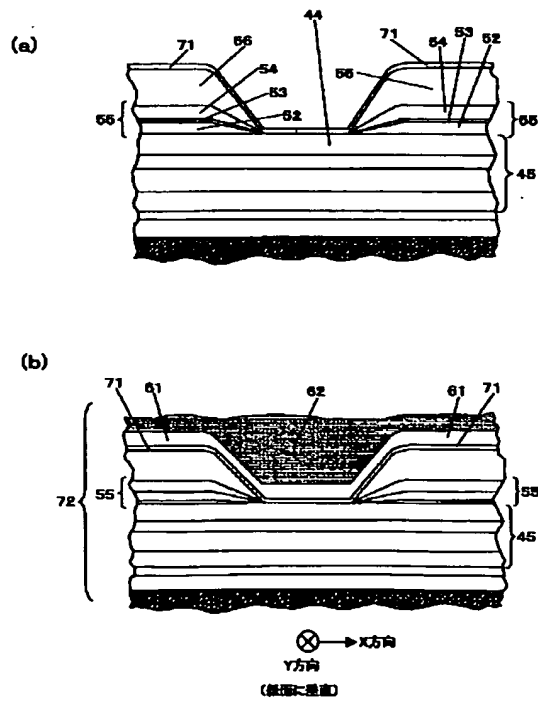
【図5】



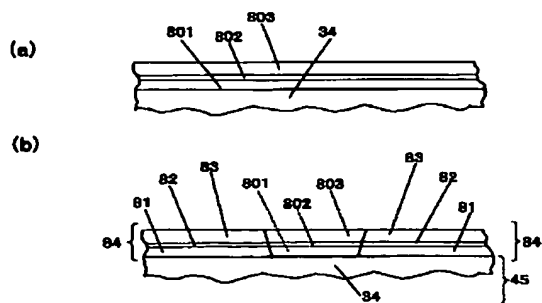
【図6】



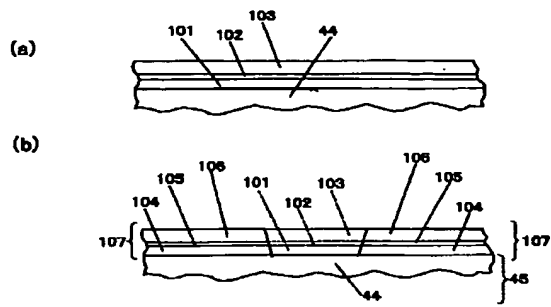
【図7】



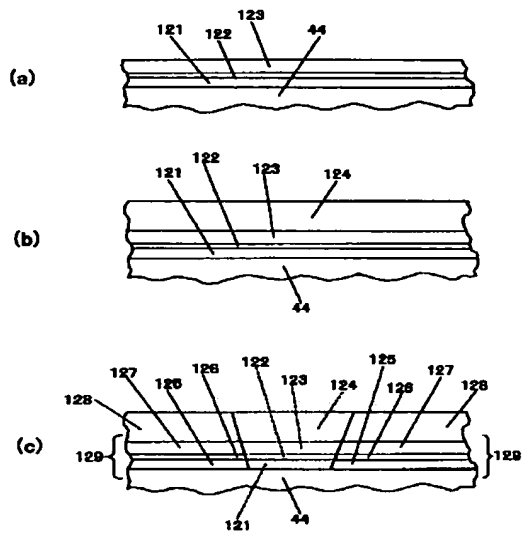
【図8】



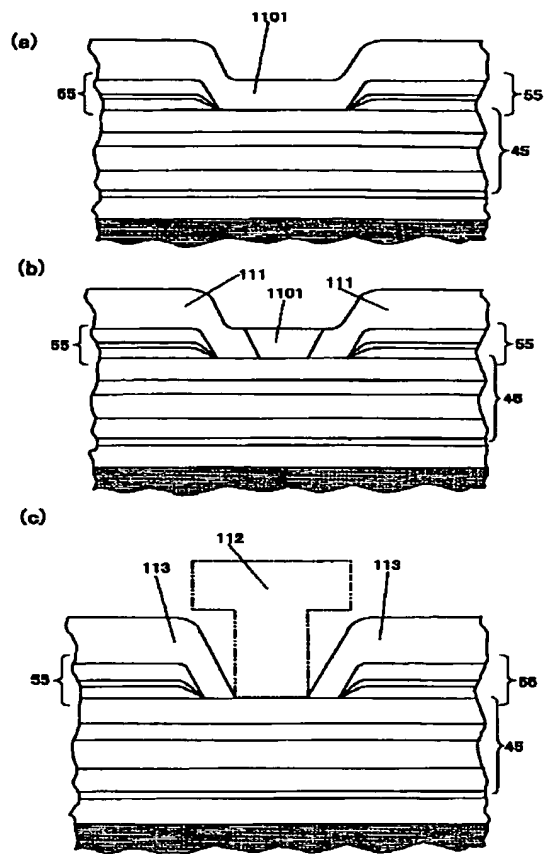
【図10】



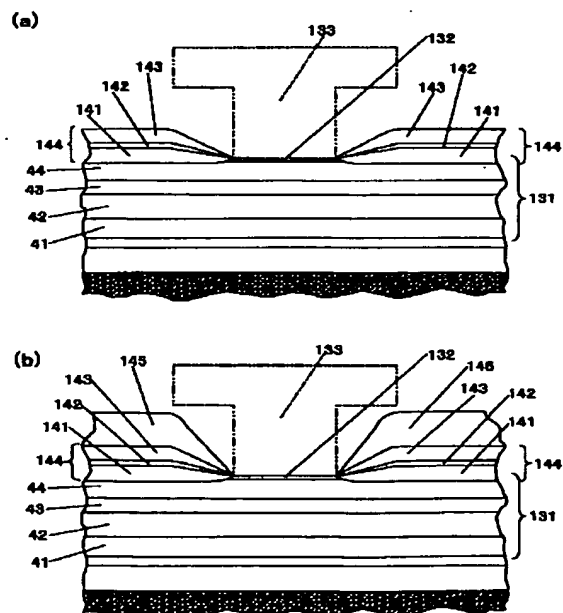
【図12】



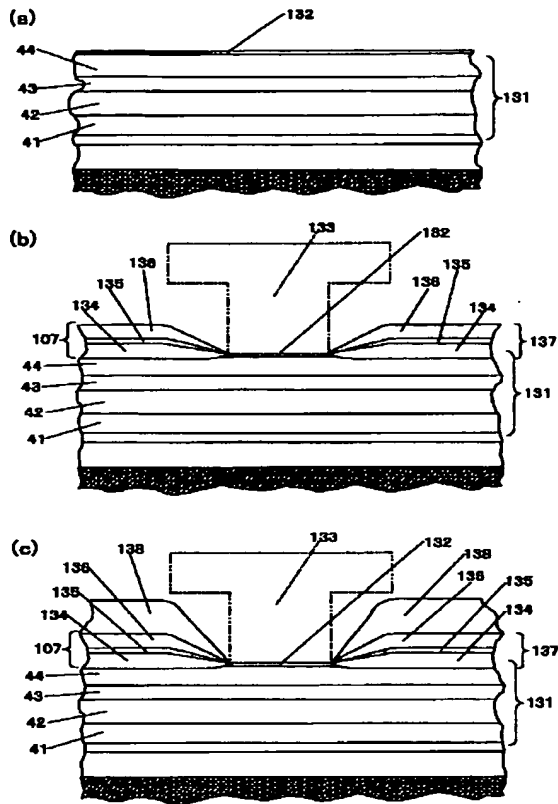
【図11】



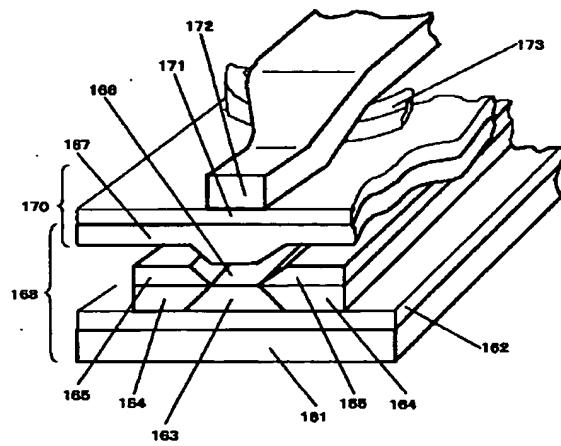
【図14】



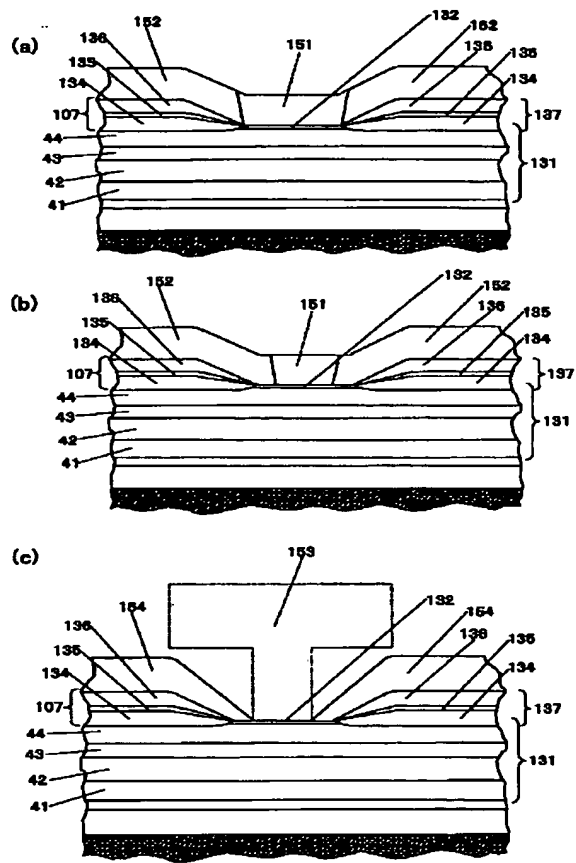
【図13】



【図16】



【図15】



【図17】

